THESIS BERLIN 1926

Lane Medical Library

Aus der biologisch-chemischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Am Urban zu Berlin.
Direktor: L. Pincussen.

Untersuchungen über die Ausscheidung des Kalium und Calcium

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Werner Faull
aus Berlin-Friedenau

Tag der Promotion: 1/5. 1926

Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

124

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin
Dekan: Prof. Dr. **Goldscheider.**
Referent: Prof. Dr. **F. Kraus**

Meinem Vater

Die Zahl der Untersuchungen über die Ausscheidung des Kalium und Calcium im Menschenharn ist ziemlich groß. Die hier vorliegenden Werte sind jedoch ziemlich schwankend. Nach Robert (1), der die Mittelwerte aus einer größeren Anzahl von Literaturangaben ermittelt hat, scheidet der gesunde Mensch im Harn bei gewöhnlicher Kost ungefähr 2,66 g Kalium in 24 Stunden aus. Der Wert schwankt natürlich mit der Nahrung. Die Werte des Calcium sind noch weniger gesichert, da im Gegensatz zum Kalium das Calcium in erheblicher Menge durch den Stuhl ausgeschieden wird. Der Wert im Harn soll bei normaler Nahrung ungefähr bei 0,8 g Calcium täglich liegen, während im Kot ungefähr das dreifache ausgeschieden wird. Zucker (2) Nach anderen Angaben sind die Mengen erheblich geringer, sodaß im Harn in 24 Stunden nur ungefähr 0,3 g Calcium ausgeschieden werden Renwall (3). Auch die Menge im Kot, dessen Werte von diesem Autor angegeben werden, übersteigen nicht ungefähr 1 g am Tage. Bei sehr reichlicher Milchnahrung können auch hier Werte bis über 2 g beobachtet werden.

Neuerdings sind von Astanin (4) Versuche gemacht worden, wie sich der Kalkgehalt des Blutes unter parenteraler und peroraler Einfuhr verschiedener Calciumverbindungen verhält im Vergleich zur intravenösen Zufuhr. Der Kalkgehalt des Blutes, der im allgemeinen eine sehr feststehende Größe darstellt, muß natürlich beeinflußt werden, wenn Kalksalze direkt in das Blut eingeführt werden: Man muß eine Erhöhung erwarten, die nach gewisser Zeit wieder abklingt, um den normalen Verhältnissen Platz zu machen. Nach den Versuchen Astanin's, welche zum Teil frühere von Sieburg und Keßler (5) bestätigen, nimmt der anfangs hohe Calciumgehalt sehr schnell wieder ab, sodaß die Fortschaffung aus dem Blute nach $1^1/_2$ Stunden im allgemeinen vollendet ist. Die Art der intravenösen Zufuhr ist naturgemäß ungleich sicherer als die orale Verfütterung, da hier besonders große

Die Zahl der Untersuchungen über die Ausscheidung des Kalium und Calcium im Menschenharn ist ziemlich groß. Die hier vorliegenden Werte sind jedoch ziemlich schwankend. Nach Robert (1), der die Mittelwerte aus einer größeren Anzahl von Literaturangaben ermittelt hat, scheidet der gesunde Mensch im Harn bei gewöhnlicher Kost ungefähr 2,66 g Kalium in 24 Stunden aus. Der Wert schwankt natürlich mit der Nahrung. Die Werte des Calcium sind noch weniger gesichert, da im Gegensatz zum Kalium das Calcium in erheblicher Menge durch den Stuhl ausgeschieden wird. Der Wert im Harn soll bei normaler Nahrung ungefähr bei 0,8 g Calcium täglich liegen, während im Kot ungefähr das dreifache ausgeschieden wird. Zucker (2) Nach anderen Angaben sind die Mengen erheblich geringer, sodaß im Harn in 24 Stunden nur ungefähr 0,3 g Calcium ausgeschieden werden Renwall (3). Auch die Menge im Kot, dessen Werte von diesem Autor angegeben werden, übersteigen nicht ungefähr 1 g am Tage. Bei sehr reichlicher Milchnahrung können auch hier Werte bis über 2 g beobachtet werden.

Neuerdings sind von Astanin (4) Versuche gemacht worden, wie sich der Kalkgehalt des Blutes unter parenteraler und peroraler Einfuhr verschiedener Calciumverbindungen verhält im Vergleich zur intravenösen Zufuhr. Der Kalkgehalt des Blutes, der im allgemeinen eine sehr feststehende Größe darstellt, muß natürlich beeinflußt werden, wenn Kalksalze direkt in das Blut eingefuhrt werden: Man muß eine Erhöhung erwarten, die nach gewisser Zeit wieder abklingt, um den normalen Verhältnissen Platz zu machen. Nach den Versuchen Astanins, welche zum Teil frühere von Sieburg und Keßler (5) bestätigen, nimmt der anfangs hohe Calciumgehalt sehr schnell wieder ab, sodaß die Fortschaffung aus dem Blute nach $1^1/_2$ Stunden im allgemeinen vollendet ist. Die Art der intravenösen Zufuhr ist naturgemäß ungleich sicherer als die orale Verfütterung, da hier besonders große

Mengen garnicht zur Resorption gelangen. Eine Erhöhung des Calciumgehaltes nach Einführung von Calcium in den Magen konnte Astanin nicht nachweisen. Eine vorübergehende Calcämie geringen Grades kommt gelegentlich jedoch vor.

Sind schon die Verhältnisse gerade der Kalkausscheidung beim normalen Individuum außerordentlich schwer zu fassen, so liegen die Verhältnisse noch erheblich verwickelter, wenn es sich um pathologische Zustände handelt. Ich kann hier nicht auf die wichtigen Untersuchungen eingehen, welche das Verhalten des Kalkstoffwechsels bei mangelhafter Entwicklung oder Erkrankung des Knochensystems betreffen, die Rachitis und die Osteomalacie. Mich interessierte vielmehr, von klinischen Gesichtspunkten aus die Verhältnisse bei tuberkulösen Erkrankungen zu untersuchen. Es ist eine besonders von französischen Autoren Robin und Binet (6) aufgestellte Lehre, daß starke Kalkverluste für Tuberkulose typisch und prädisponierend seien. Andererseits ist es nach Versuchen von Ott (7, 8) auch bei Tuberkulösen möglich, eine Kalkretention zu erzielen. Dagegen scheint aus Versuchen von Voorhoeve (9) hervorzugehen, daß vielleicht doch die Möglichkeit einer Demineralisation bei der Tuberkulose gegeben ist. Es scheint mir jedoch, daß gerade bei Verkalkungsprozessen, also bei gewissen klinisch als Heilung aufzufassenden Erscheinungen, eine Retention wenigstens des Kalkes erfolgen müßte.

Bei der Schwierigkeit der Fragestellung und der immerhin zeitraubenden Untersuchungstechnik kann meine Arbeit nur einige Beiträge zu der Frage liefern, ohne daß naturgemäß eine Entscheidung möglich ist. Ich prüfte bei einer Reihe von Tuberkulosepatienten des Krankenhauses, die eine im ganzen gleichförmige Kost erhielten, die Ausscheidung des Calcium und Kalium im Harn sowohl ohne Vorbehandlung wie nach intravenöser Injektion von 5 ccm einer zehnprozentigen Lösung von Calciumchlorid mit einem Calciumgehalt von 180 mg. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß die Patienten erst eine gewisse Zeit ohne Behandlung beobachtet wurden, ihnen dann an drei aufeinander folgenden Tagen je 5 ccm Calciumchlorid injiziert wurde, und nun eine weitere Zeit die Bestimmung des Calcium und Kalium fortgesetzt wurde. Die Methodik der Kalium- und Calciumbe-

stimmung war die folgende: Pincussen(10). Prinzip: Das Calcium wird als Calciumoxalat gefällt und die Oxalsäure mit Permanganatlösung titrimetrisch bestimmt. Gebrauchte Reagentien: 1. Ammoniumoxalatlösung gesättigt. 2. Ammoniaklösung 10 %ig. 3. Essigsäure verdünnt. 4. Kaliumpermanganatlösung 1:100 normal. 5. n-Schwefelsäure.;

2 ccm Harn (wenn nicht klar, mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt erwärmen und dann filtrieren) werden in ein Zentrifugenglas eingebracht und einige Tropfen Ammoniaklösung zugefügt, bis sich kein stärkerer Niederschlag mehr bildet. Man gibt dann soviel Essigsäure hinzu, bis der Niederschlag verschwunden ist und die Lösung deutlich sauer gegen Lackmuspapier reagiert. Unter leichtem Mischen wird nunmehr 1 ccm der Oxalatlösung zugegeben und $^1/_2$ Stunde stehen gelassen. Es wird jetzt nach Zugabe von ca. 5 ccm Wasser scharf abzentrifugiert, die überstehende klare Lösung entfernt, unter leichtem Aufrühren wieder ungefähr 8 bis 10 ccm destiliertes Wasser zugefügt, wieder zentrifugiert und nachdem wieder abgegossen. Das wird so oft wiederholt, (zwei- bis dreimal) bis die überstehende Lösung wasserklar geworden ist. Die letzte Waschflüssigkeit wird wieder abgegossen, zum Rückstand 5 ccm Normalschwefelsäure zugegeben, und nach Umrühren mit einem Glasstab das Zentrifugenglas in ein Wasserbad von ungefähr 80° eingestellt. Nachdem es dessen Temperatur angenommen hat, wird es herausgenommen und mit n/100 Kaliumpermanganat titriert, bis eine schwache Rotfärbung eine Minute lang bestehen bleibt. Die verbrauchten ccm Permanganat multipliziert mit 10 ergeben direkt die mg Calcium in 100 ccm Harn. Beispiel: Angewandt 2 ccm Harn, zum Titrieren verbraucht 1,61 ccm n/100 Permanganat. 100 ccm Harn enthalten 16,1 mg Calcium oder 0,0161 %.

Kaliumbestimmung:

Prinzip: Kalium wird mit Kobaltnitrit als Kaliumcobaltnitritverbindung gefällt und titrimetrisch bestimmt. Gebrauchte Reagentien: 1. Natriumcobaltnitritreagens. Es wird hergestellt Lösung A: 5 g Kobaltnitrat werden in 100 ccm Wasser gelöst und der Lösung 2,5 ccm Eisessig zugegeben. Lösung B: 24 g kaliumfreies Natriumnitrit werden in 36 ccm Wasser gelöst, was ungefähr 44 ccm Lösung ergibt. Zur Herstellung des fertigen Reagens werden zu der gesamten Lösung A 42 ccm der Lösung B zugefügt, wobei sich Stickoxyde entwickeln. Durch die Lösung wird solange Luft durchgeblasen, bis keine Gase mehr entweichen. Das Reagens ist dann fertig und hält sich im Eisschrank mindestens einen Monat lang unverändert. Vor dem Gebrauch stets filtrieren. 2. 20 volumen-%ige Schwefelsäure (20 ccm konzentrierter Schwefelsäure + 80 ccm destilliertes Wasser). 3. 1/50 normal Oxalsäurelösung. 4. 1/50 normal Kaliumpermanganatlösung. Der Harn wird mit destilliertem Wasser auf das zehnfache verdünnt. 2. ccm der Verdünnung werden in einem Zentrifugenglas mit 1 bis 2 Tropfen n/10 NaOH gegen Lackmus alkalisch gemacht, 3 Minuten in ein siedendes Wasserbad — zur Entfernung des NH_3 — gestellt und nach Abkühlung und Zusatz von 2 Tropfen m-Nitrophenollösung bis zum Verschwinden der Gelbfärbung mit n/50 H_2SO_4 versetzt. Dann werden 2 ccm des Kobaltnitritreagenses zugefügt und die Mischung nach Umrühren mit einem feinen Glasstab $^1/_2$ Stunde lang stehen gelassen. Danach wird 2—3 ccm Wasser zugefügt, mit einem feinen Glasstab durchmischt und zentrifugiert; die klare überstehende Lösung wird entweder abgehebert oder auch einfach abgegossen; ungefähr 10 ccm Wasser zugefügt, mit einem feinen Glasstäbchen sehr vorsichtig gemischt, wieder zentrifugiert, nachdem wieder abgegossen und dies so oft wiederholt, bis die überstehende Lösung ganz farblos geworden ist. Man gießt nun wiederum die wasserklare Lösung ab, fügt 5 ccm n/50 Kaliumpermanganatlösung und 1 ccm der 20 %igen Schwefelsäure hinzu und erwärmt im kochenden Wasserbad $1^1/_2$ Minuten lang. Ist die rote Farbe des Permanganats dann verschwunden, so wird noch 2 ccm Permanganat hinzugefügt und das Erhitzen eine weitere halbe Minute lang fortgesetzt. Wenn noch eine Rötung bestehen blieb,

so gibt man unter leichtem Umrühren mit einem Glasstab 2 ccm n/50 Oxalsäurelösung zu, worauf sich die Lösung vollständig entfärben muß. Ist dies nicht der Fall, so ist noch eine weitere gemessene Menge Oxalsäurelösung hinzuzufügen. Nunmehr wird aus einer Mikrobürette mit der n/50 Permanganatlösung solange titriert bis ein rosafarbener Ton auftritt, der mindestens eine Minute lang bestehen bleibt. Die Menge der im ganzen verbrauchten n/50 Permanganatlösung (vorher zugegeben + bei der Titration verbrauchte) — zugegebene Oxalsäurelösung multipliziert mit 71 ergibt die mg Kalium in 100 ccm Harn. Beispiel: Angewandt 2 ccm Harn 1:10; zugesetzt 5 ccm n/50 Permanganatlösung, darauf zugefügt 2 ccm Oxalsäurelösung. Zur Titration bis zur Rotfärbung erforderlich 0,55 ccm Permanganat. 5,0—2,0 + 0,55 = 3,55. Diese mal 71 ergeben 252 mg = 0,252 g in 100 ccm Harn oder 0,252 %.

Die Untersuchung wurde in einzelnen Fällen auf die Fäces ausgedehnt, nicht so sehr um die Frage der Calciumausscheidung zwischen Fäces und Harn zu prüfen, sondern nur um zu sehen, ob vielleicht auf irgend welchem Wege durch die intravenöse Injektion die Calciumausscheidung im Kot beeinflußt werde. Von vornherein ist dies ja wenig wahrscheinlich, weil die Ausscheidung im Kot zum größten Teil von der Resorption beeinflußt wird. Die Methodik der Stuhluntersuchung entspricht der im hiesigen Institut von Cronheim ausgearbeiteten. Pincussen und Cronheim (11). Eine genau gewogene Menge der Untersuchungssubstanz, die 50—100 mg Mineralbestandteile enthalten soll, wird in einem Mikrokjeldahlkolben mit soviel rauchender Salpetersäure übergossen, daß die Substanz davon vollständig bedeckt ist, und danach mit 3 ccm 30 %igem Wasserstoffsuperoxyd (Perhydrol Merck) versetzt. Nachdem die zuerst auftretende starke Gasentwicklung (Kohlenoxyd, Kohlendioxyd, Sauerstoff usw.) aufgehört hat, wird der Kolben auf einem Kjeldahlgestell vorsichtig erhitzt und die Lösung zur Trockne eingedampft; etwaige dabei auftretende Entzündungen schaden nichts. Man läßt abkühlen, gibt dann von neuem 5 ccm Perhydrol und 1—2 ccm Salpetersäure dazu und dampft wieder ein. Dies wird so oft wiederholt, bis der Rückstand fast weiß bezw. die Lösung fast farblos ist. Man läßt abkühlen, verdünnt mit etwa 25 ccm Wasser und dampft

auf etwa 5 ccm ein. Ist die Lösung dann noch immer etwas gefärbt, so versetzt man sie mit etwas Perhydrol und kocht nochmals auf. Die Färbung verschwindet dann sicher, falls die Verbrennung vollständig war, farbgebende Ionen, z. B. Eisen natürlich ausgeschlossen, andernfalls mus die Lösung weitermit Wasserstoffsuperoxyd und Salpetersäure behandelt werden. Sollte in der Lösung eine Trübung vorhanden sein, die auch beim Ansäuern mit Salzsäure nicht verschwindet, so rührt dies von unlöslichen Mineralstoffen her (Kieselsäure, Calciumsulfat usw.), die für sich verarbeitet werden müssen. Man filtriert dann die Lösung in ein Meßkölbchen von 50 ccm und füllt mit Wasser bis zur Marke auf. Mit dieser verdünnten Lösung führt man nun die Einzelbestimmungen aus. Ueber die Mengen, die man dazu in den einzelnen Fällen nehmen muß, läßt sich allgemein nichts angeben. Erhält man sehr niedrige Resultate, so spielen die Fehler eine größere Rolle als bei hohen Resultaten. Andererseits besteht bei sehr hohem Gehalt immer die Möglichkeit, daß die zugesetzten Reagentien nicht ausreichend und die Ausfällung infolgedessen nicht quantitativ war. In beiden Fällen empfiehlt es sich, die Bestimmung zu wiederholen. Im einzelnen ist noch folgendes zu beachten: Gibt man das erste Mal Salpetersäure und Wasserstoffsuperoxyd zu, so ist es zweckmäßig, zuerst die Salpetersäure hineinzutun. Man erhält dann eine lebhafte, kurze Gasentwicklung. Macht man es jedoch umgekehrt, so wird die Substanz mit Wasserstoffsuperoxyd durchtränkt und die Salpetersäure kann nur allmählich die Masse angreifen. Da außerdem die Gasentwicklung auf und in der festen Substanz stattfindet, entstehen Aufschwemmungen und kolloidale Lösungen. Dies alles bewirkt, daß man eine sehr träge schaumige Masse enthält, mit der es sich außerordentlich schlecht arbeiten läßt. Auf alle Fälle muß man so lange warten, bis die Gasentwicklung beendet ist, und auch dann noch zuerst sehr vorsichtig erwärmen, weil es sonst leicht vorkommen kann, daß die Flüssigkeit aus dem Glase herausschäumt. Anders ist es, wenn man die Flüssigkeit schon einmal abgedampft hat. Es ist dann besser, zuerst Wasserstoffsuperoxyd und danach Salpetersäure zuzugeben. In diesem Falle durchsetzt nämlich der nascierende Sauerstoff die ganze Flüssigkeit viel stärker als in dem anderen, wo die Gas-

entwicklung zum größten Teil an der Oberfläche stattfindet, und die Oxydation geht deshalb viel schneller vor sich.

Calcium wird in essigsaurer Lösung als Calciumoxalat gefällt und die Oxasläure mit Permanganat titrimetrisch bestimmt. Um, wie es für die quantitative Fällung erforderlich ist, das gesamte Calcium in Acetat umzuwandeln, versetzt man in einem Zentrifugenglas eine bestimmte Menge der Lösung mit Ammoniak, bis kein weiterer Niederschlag entsteht, und säuert danach mit verdünnter Essigsäure wieder an, wobei sich der Niederschlag wieder völlig lösen muß. Zu der essigsauren Lösung gibt man 2—3 ccm gesättigte Ammoniumoxalatlösung und läßt 1 bis 2 Stunden stehen. Danach wird der gebildete Niederschlag von Calciumoxalat abzentrifugiert und die überstehende Flüssigkeit für die Magnesiumbestimmung in ein anderes Zentrifugenglas überführt. Der Niederschlag selbst wird durch Aufwirbeln mit Wasser und darauffolgendes Zentrifugieren gewaschen und das Waschwasser zur Magnesiumfraktion gefügt. Nachdem man dies zweimal wiederholt hat, löst man den Niederschlag in etwa 5 ccm verdünnter Schwefelsäure, erwärmt im Wasserbade auf 70—80° und titriert aus einer Mikrobürette mit n/100 Kaliumpermanganat bis zur Rotfärbung. Den Calciumgehalt kann man daraus ermitteln, daß 1 ccm n/100 Kaliumpermanganat 0,2 mg Calcium entspricht.

Nachfolgend gebe ich die von mir gefundenen Werte:

1. Patient Sch.(1) Kavernöse Lungen- und Kehlkopftuberkulose. Zunehmende Verschlechterung. † am

Datum:		Kaliumausscheidung:	Calcium Gesamtgabe:	Calcium Ausscheidung:
12. 2.		711,2 mg	—	17,5 mg
13. 2.		650,2	—	16,64
14. 2.		913,5	—	23,4
15. 2.		1092,0	—	26,77
16. 2.		1254,0	—	30,0
17. 2.	5 ccm 10 %	1400,0	180 mg	80,0
18. 2.	Lösung	840,0	180 mg	48,8
19. 2.	$CaCl_2$	812,0	180 mg	51,8
21. 2.		1467,6	—	83,16
22. 2.		724,2	—	38,1
23. 2.		992,0	—	51,2
24. 2.		315,0	—	33,0
25. 2.		318,0	—	22,8
26. 2.		405,0	—	22,5
2. 3.		300,0	—	14,4
3. 3.		1464,0	—	46,36
4. 3.		1007,5	—	30,7
5. 3.		787,4	—	29,6
7. 3.		1137,6	—	27,9
8. 3.		1000,0	—	20,8
10. 3.		857,5	—	17,5
11. 3.		1011,2	—	28,0
12. 3.		716,3	—	14,5
14. 3.		613,6	—	11,04
15. 3.		357,7	—	20,5

2. Patient Ko. Seropneumothorax. Bedeutende Besserung Rückgang des Exsudates.

Datum:		Kaliumausscheidung:	Calcium Gesamtgabe:	Calcium Ausscheidung:
10. 3.		941,0 mg	—	364,03 mg
11. 3.		841,5	—	325,6
12. 3.		937,2	—	354,0
14. 3.		923,0	—	285,0
15. 3.		1484,4	—	273,6
16. 3.		1129,5	—	266,4
17. 3.		1150,2	—	255,6
18. 3.		961,3	—	165,0
19. 3.		781,0	—	253,0
21. 3.		683,1	—	225,0
22. 3.		731,3	—	260,0
23. 3	2,5 ccm	640,1	90 mg	272,0
24. 3.	5 ccm	906,3	180 mg	437,5
25. 3.	5 ccm	894,0	180 mg	377,4
26. 3.	5 ccm	683,3	180 mg	338,8
	10 % Lös. $CaCl_2$			
28. 3.		690,6	—	408,5
29. 3.		573,6	—	488,0
30. 3.		745,0	—	240,0
6. 4		596,0	—	172,0
7. 4.		656,0	—	184,4
8. 4.		736,6	—	210,0
9. 4.		721,0	—	215,0
11. 4.		715,2	—	214,8
13. 4		679,5	—	374,1
14. 4.	5 ccm	481,2	180 mg	339,0
15. 4.	5 ccm	734,1	180 mg	535,8
16. 4.	5 ccm	435,7	180 mg	297,0
	10 % Lös. $CaCl_2$			
18. 4.		685,0	—	448,0

Stuhl: Datum:		Calcium Gesamtgabe	Ausscheidung:
7. 4.		—	1,1760 mg
8. 4.		—	0,552
9. 4.		—	1,152
13. 4.		—	1,1625
14. 4.	5 ccm 10% Lös. $CaCl_2$	180 mg	0,9215
15. 4.	„	„	1,045
16. 4.	„	„	0,837
17. 4.		—	0,855
18. 4.		—	0,7425
19. 4.		—	0,367
19. 4.		—	0,367

3. Patient Gr.: Indurierende Tuberkuloseform. Allgemeine Besserung.

Datum:	Kaliumausscheidung:	Calcium Gesamtgabe:	Ausscheidung:
16. 3.	1171,3 mg	—	299,25 mg
17. 3.	742,0	—	230,0
18. 3.	1120,1	—	185,5
19. 3.	1491,9	—	399,0
21. 3.	453,8	—	175,5
22. 3.	1483,9	—	275,0
23. 3.	637,3	—	187,2
24. 3.	628,6	—	190,8
25. 3.	869,0	—	234,6
26. 3.	710,4	—	102,0
28. 3.	5 ccm 10 % Lös. CaCl. 343,3	180 mg	81,90
29. 3.	859,1	—	192,5
30. 3.	5 ccm 10 % Lös. CaCl. 390,5	180 mg	95,0
31. 3.	„ 485,7	„	117,5
1. 4.	671,3	—	133,6
6. 4.	497,0	—	129,3
7. 4.	532,5	—	135,0
8. 4.	658,1	—	147,0
9. 4.	702,9	—	167,5
11. 4.	781,0	—	175,0
13. 4.	575,9	—	158,5
14. 4.	5 ccm 10 % Lös. CaCl. 679,3	180 mg	229,1
15. 4.	„ 715,9	„	214,2
16. 4.	„ 702,9	„	212,2
18. 4.	851,5	—	184,5

Stuhl:		Calcium	
Datum:		Gesamtgabe	Ausscheidung:
7. 4.		—	1,218 mg
8. 4.		—	0,826
9. 4.		—	1,210
13. 4.		—	0,957
14. 4.	5 ccm 10% Lös. $CaCl_2$	180 mg	0,8555
15. 4.	„	„	1,007
16. 4.	„	„	1,127
17. 4.		—	0,841
18. 4.		—	0,706
19. 4.		—	0,899

4. Patient M.: Indurierende Tuberkuloseform. Befinden zufriedenstellend. Geringe Besserung.

			Calcium	
Datum:		Kaliumausscheidung:	Gesamtgabe:	Ausscheidung:
17. 3.		319,8 mg	—	216,0 mg
18. 3.		263,3	—	201,5
19. 3.		681,6	—	300,0
22. 3.	5 ccm 10 % Lös. $CaCl_2$	460,1	180 mg	222,75
23. 3.	„	536,8	„	226,8
24. 3.	„	314,1	„	471,6
25. 3.		314,1	—	135,0
26. 3.		434,5	—	187,0
28. 3.		524,0	—	200,9

5. Patient Sch.(²): Indurierende Tuberkuloseform. Keine Verschlimmerung oder Besserung. Befinden wechselnd.

			Calcium	
Datum:		Kaliumausscheidung:	Gesamtgabe:	Ausscheidung:
17. 3.		1205,8 mg	—	176,0 mg
22. 3.	5 ccm 10 % Lös. CaCl.	902,4	180 mg	314,9
23. 3.	„	1107,6	„	360,0
24. 3.	„	1341,9	„	384,75
25. 3.		746,7	—	233,7
26. 3.		903,5	—	249,9
28. 3.		954,2	—	172,8
8. 4.		507,7	—	140,5
9. 4.		936,8	—	176,4
11. 4.		803,1	—	147,9
13. 4.		826,1	—	166.6
14. 4.		575,5	—	100,8
15. 4.		480,0	—	98,8
16. 4.		396,9	—	115,8
18. 4.		728,5	—	126,2

6. Patient J. Exsudative Tuberkuloseform. Verschlechterung des Allgemeinbefindens, vor 2 Wochen schwere Hämoptoe.

Datum:	Kaliumausscheidung:	Calcium Gesamtgabe:	Calcium Ausscheidung:
17. 3.	511,2 mg	—	166,0 mg
18. 3.	428,1	—	66,0
19. 3.	430,4	—	77,0
22. 3.	538,3	—	126,25
23. 3.	468,4	—	75,9
24. 3.	531,1	—	85,0
25. 3.	553,8	—	124,8
26. 3.	442,0	—	67,2
28. 3.	355,0	—	57,5

Wenn man diese Tabellen übersieht, so zeigt sich zunächst als allgemeine Erscheinung, daß die Ausscheidungen an Kalium fast durchweg hinter den Werten zurückstehen, die im allgemeinen für die Kaliumausscheidung im Harn bei normaler Kost angegeben werden. Aus dieser Erscheinung kann man aber kaum weitergehende Schlüsse ziehen, da eine Anreicherung von Kalium im Organismus wenigstens in größerem Ausmaße nicht in Frage kommen dürfte, und außerdem die nur mäßig hohen Kaliumwerte augenscheinlich durch die an Kaliumsalzen verhältnismäßig arme Nahrung bedingt sind. Das sehr kaliumreiche Gemüse fehlt in dieser Jahreszeit ja zum großen Teil und der Kaliumgehalt der Nahrung ist fast ausschließlich durch die Kartoffeln gedeckt. Anders steht es beim Calcium. Mit einer Ausnahme, dem Fall des Patienten Scholz sind die Calciumwerte im Harn auch ohne Injektion recht hohe, eine Tatsache, die zum großen Teil auf die kalkreiche Milch zurückzuführen ist, welche ja die tuberkulösen Patienten dauernd in größerer Menge bekommen. Wir bekommen hier so hohe Kalkausscheidungen, daß sie in einzelnen Fällen bis 25 % der Kaliumausscheidungen, gelegentlich sogar noch mehr betragen. Das sind Zahlen, welche höher sind als die bis jetzt aus der Literatur bekannten. Es muß also auf jeden Fall eine gute Resorption des mit der Nahrung gereichten Kalkes stattgefunden haben. Im einzelnen ergibt sich eine geringe Ausscheidung bei dem Patienten Scholz(1), der augenscheinlich Kalk in größerer Menge retiniert. Für die Prognose

der Erkrankung sagt diese Tatsache nichts aus, da der Patient inzwischen seiner Krankheit erlegen ist. Sektionsprotokoll:

Kavernöse Lungen- und Kehlkopftuberkulose.

Lungen: Kavernöse Lungentuberkulose links mit multiplen käsigen Exsudationsherden der unteren Abschnitte der linken Lunge. Schiefrige Induration der linken Spitze. Produktive und exsudative Herde der übrigen linken Lunge. Kehlkopf: Infiltrationstuberkulose der aryepiglottischen Falten mit Verschwärung des Kehlkopfes.

Im übrigen zeigen auch die Kalkwerte von Tag zu Tag bei den verschiedenen Patienten nicht unerhebliche Schwankungen, die wahrscheinlich zum Teil auf die immerhin etwas verschiedene Nahrungsaufnahme zurückzuführen sind, teilweise auch dadurch bedingt sein mögen, daß sich gelegentlich mehrere Tage miteinander ausgleichen. Die Ausscheidung des Kaliums zeigt ebenfalls recht erhebliche Schwankungen. Während in manchen Fällen die Calcium- und Kaliumausscheidung annähernd parallel verlaufen, ist in anderen die Ausscheidung durchaus voneinander unabhängig, ohne daß sich bestimmte Gesetzmäßigkeiten feststellen ließen.

Am meisten interessiert die Calciumausscheidung nach der intravenösen Injektion. Nach den an dem Patienten Kothe und Gröhnke vorgenommenen Fäcesuntersuchungen, welche ebenfalls in den vorher stehenden Tabellen aufgeführt sind, tritt eine Vermehrung des Kalkgehaltes im Stuhl nach intravenöser Injektion von Calciumchlorid nicht auf. Wir müssen also annehmen, daß der nicht im Harn in die Erscheinung tretende Kalk im Körper zurückgehalten wird. Die Verhältnisse sind hier bei den verschiedene Patienten durchaus verschieden. Wir sehen einesteils völlige Elimination, andererseits absolute Retention. So hat der Patient Scholz(1) im Durchschnitt der Vorperiode täglich 23 mg Calcium im Harn ausgeschieden; prüfen wir die 3 auf die Injektion folgenden Tage und auch die 4 folgenden, da ja die Ausscheidung durchaus nicht sofort zu geschehen braucht, so sehen wir in diesen 7 Tagen einen regelmäßigen Ueberschuß, im ganzen eine Mehrausscheidung von 223 mg. Da 540 mg in den 3 Tagen intravenös einverleibt waren, so beträgt die Ausscheidung 41,3 % dieser

Menge, es ist also über die Hälfte retiniert. Bei dem schon ohne Injektion große Mengen Calcium ausscheidenden Patienten Kothe ergibt sich, daß die Mehrausscheidung in 6 Tagen 672 mg beträgt, während 630 mg intravenös injiziert waren. Es ist also nichts retiniert worden, vielleicht ist sogar etwas mehr ausgeschieden als zugegeben. Beim Patienten Mai dagegen ist die Ausscheidung nach Kalkzugabe sogar geringer als ohne, wir müssen also auf eine Retention schließen. Ebenfalls vermindert scheint die Ausscheidung nach Kalkzugabe beim ersten Versuch mit dem Patienten Gröhnke zu sein, während beim zweiten Versuch die Ausscheidung leicht erhöht erscheint, ohne jedoch auch nur annähernd die Menge des zugeführten Calcium zu erreichen. Beim Patienten Jablonski ist die Erhöhung der Ausscheidung ebenfalls sehr gering, deutlicher dagegen wieder beim Patienten Schirrmeier(?). Bezüglich der Ausscheidung des Kalkes nach Injektion sei bemerkt, daß diese nach einer Reihe von Beobachtungen nicht fortlaufend erfolgt, sondern in zwei Schüben, zwischen die eine geringere Ausscheidung eingeschaltet ist. Gelegentlich folgt die Kaliumausscheidung in ihrem Sinne durchaus der des Calciums.

Wenn wir diese Verhältnisse nun übersehen und beobachten, daß von intravenös eingeführten Kalksalzen ein durchaus wechselnder Teil zur Ausscheidung gelangt, liegt es natürlich nahe, zu prüfen, ob sich eine Parallele mit dem klinischen Verhalten findet. Wir müssen leider sagen, daß sich eine solche kaum konstruieren läßt. Zwar ist der stark retinierende Patient Mai klinisch sicher auf dem Wege der Besserung, dagegen scheidet der ebenfalls klinisch bessere Patient Kothe das gesamte Calcium, das ihm intravenös dargereicht wird, wieder aus. Der Patient Jablonski ist trotz mäßiger Retention klinisch eher schlechter geworden als besser. Wir werden also sagen müssen, daß die Kalkretention für die Prognose nicht absolut bestimmend sein kann, daß zwar Retentionen im günstigen Sinne gedeutet werden können, daß jedoch augenscheinlich noch andere Dinge mitsprechen, unter denen die Kalkdepots im Organismus sicher die wesentlichste Rolle spielen. Eine Entscheidung, ob eine Demineralisation vorliegt, läßt sich aus meinen Versuchen ebenfalls nicht fällen; immerhin muß die ziemlich erhebliche Salzausscheidung registriert wer-

den. Es ist im übrigen noch völlig dunkel, durch welche Faktoren gerade die Verkalkungserscheinungen von tuberkulösen Herden bedingt werden. Außer genügendem Kalkangebot spielen zweifellos noch andere Dinge eine wichtige Rolle.

Literatur.

1. H. F. J. Robert, Thèse de Nancy, 1905.
2. Zucker, Proc. Soc. Exp. Biol. New York, Bd. 18 S. 272, 1921.
3. G. Renwall, Skandinavisches Archiv für Physiologie, Bd. 16 S. 94, 1904.
4. P. Astanin, Biochemische Zeitschrift, Bd. 168 S. 231, 1926.
5. Sieburg u.. Keßler, Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie, Bd. 96, 1923.
6. Robin u.. Binet, Bulletin academie méd. Bd. 42 S. 45, 1902.
7. Ott, Deutsches Archiv für klinische Medizin Bd. 70 S. 502, 1901.
8. — Zeitschrift für klinische Medizin Bd. 50 S. 432, 1903.
9. Voorhoeve, Deutsches Archiv für klinische Medizin Bd. 110 S. 231, 1913.
10. Pincussen, Mikromethodik, 3. Aufl. 1925.
11. Pincussen u. Cronheim, Biochemische Zeitschrift, Bd. 171 S. 7 (1926).

Lebenslauf.

Ich, Werner Franz Otto Faull wurde am 23. IV. 1900 in Friedenau geboren und verlebte meine Kindheit dort. Ich besuchte das humanistische Maybachgymnassium und trat im April 1917 zum freiw. Roten Kreuz über und ging als Pfleger auf einen Lazarettzig. Nach der Entlassung im April 1919 studierte ich in Berlin Medizin und beendete im August 1925 mein Staatsexamen. Vom 1. 9.—31. 12. 25 war ich im Krankenhaus Hasenheide und vom 1. 1.. —30. IV. 26 am pathotogischen Institut des Urbankrankenhauses tätig.

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304